

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Ergonomi**

##### **2.1.1. Pengertian Ergonomi**

1. Ergonomi adalah suatu cabang ilmu terapan yang dimaksudkan untuk mempelajari hubungan interaksi antara manusia dan lingkungannya. Ergonomi melakukan pemeriksaan terhadap keadaan fisik pekerja, lingkungan kerjanya, dan tugas yang berkaitan dengan pengaplikasian informasi dengan desain alat, perlengkapan, serta metode yang dikerjakan agar pekerjaan menjadi aman. Etchinson (2007)
2. Ergonomi adalah suatu ilmu yang mempelajari mengenai tingkah laku manusia dengan pekerjaannya, berupa penyesuaian antara tugas dan kondisi badan manusia untuk menurunkan dampak stress yang timbul Department Kesehatan (2007).

##### **2.1.2. Tujuan Ergonomi**

1. Terjadi peningkatan prestasi kerja.
2. Terjadi peningkatan kesehatan, kenyamanan, keselamatan, serta kesesuaian didalam pekerjaan yang melibatkan manusia.
3. Menghemat biaya resiko pekerjaan.
4. Memberikan gambaran bahaya yang dapat timbul bagi tubuh.
5. Memberikan pemahaman dan pengetahuan kepada para pekerja.

#### **2.2. Lingkungan Fisik Kerja**

##### **2.2.1. Pengertian Lingkungan Fisik Kerja**

Lingkungan fisik kerja adalah segala sesuatu yang berada pada area kerja yang dapat berdampak/berpengaruh kepada karyawan baik terjadi secara langsung maupun tidak langsung, keadaan lingkungan fisik yang umum terdapat suatu dampak masalah pada perusahaan meliputi keadaan tekanan panas, pencahayaan, kebisingan, getaran, bau-bauan, dan warna lingkungan.

## 2.2.2. Perancangan Lingkungan Fisik Menurut Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MEMKES/SK/XI/2002

### 1. Suhu dan Kelembaban

- a. Ketinggian suatu langit-langit pada bangunan dari permukaan lantainya minimal 2,5 meter.
- b. Apabila keadaan suhu pada suatu ruangan  $> 30^{\circ}\text{C}$  maka perlu digunakan alat pengendali suhu.
- c. Apabila keadaan suhu pada suatu ruangan  $< 18^{\circ}\text{C}$  maka perlu digunakan alat pemanas ruangan.
- d. Apabila terjadi kelembaban udara pada area kerja  $> 90\%$  maka perlu digunakan alat dehumidifier.
- e. Apabila terjadi kelembaban udara pada area kerja  $< 65\%$  maka perlu digunakan alat humidifier.

### 2. Pertukaran Udara

- a. Pengaturan udara dengan cara memasukkan udara segar agar dapat mencapai NAB.
- b. Nilai kebutuhan udara segar 10lt/org/detik.
- c. Melakukan perawatan pembersihan saringan udara secara berkala pada alat pengatur suhu untuk menghindari terjadinya kebuntuan.

### 3. Pencahayaan

- a. Menghindari terjadinya kesilauan.
- b. Pengaturan tingkat kontras agar sesuai dengan kebutuhan, serta menghindarkan dari terjadinya bayangan.
- c. Pada area kerja yang menggunakan mesin/alat yang berputar untuk menghindari penggunaan lampu neon.
- d. Pengaturan dan perawatan bola lampu agar dapat menghasilkan penyorotan secara maksimum.

### 4. Kebisingan

- a. Mengatur kondisi lingkungan kerja agar terhindar dari kebisingan.

- b. Melakukan peredaman, penyekatan, pemeliharaan, pemindahan, penanaman pohon, dan bukit-bukitan didalam upaya pengendalian kebisingan.

## 2.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

### 2.3.1. Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja adalah suatu upaya untuk memberikan nuansa kerja yang aman dan nyaman bagi pekerja yang berda di bawah naungan suatu instansi/ perusahaan. Suma'mur (1996).

### 2.3.2. Dasar Hukum K3

1. Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang kesehatan dan keselamatan kerja. Didalam undang-undang ini mengatur mengenai keselamatan kerja dalam segala tempat kerja, baik didarat, didalam tanah, diudara dan di laut yang berada diwilayah hukum indonesia.
2. Undang-undang No. 13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan. Didalam undang-undang ini mengatur mengenai segala hal yang berhubungan dengan ketenagakerjaan mulai dari upah kerja, jam kerja, hak material, cuti sampai dengan keselamatan dan kesehatan kerja.

### 2.3.3. Tujuan K3

Menurut Sri Rejeki (2015) terdapat 3 tujuan K3, yaitu:

1. Memberikan perlindungan serta hak keselamatan kerja pada para pekerja didalam melaksanakan pekerjaannya untuk peningkatan kesejahteraan hidup dan meningkatkan kapasitas produksi perusahaan serta produktivitas nasional.
2. Menjamin keselamatan pihak lain yang berada pada area kerja perusahaan.
3. Melakukan perawatan pada alat produksi agar dapat dimanfaatkan secara aman.

#### 2.3.4. Sumber-sumber Bahaya Ditempat Kerja

##### 1. Bahaya Getaran

Getaran merupakan sumber bahaya yang diakibatkan oleh benda yang menjadi sumber getar yang dapat merambat melalui media kontak langsung dengan benda sumber getaran terhadap benda terdampak getaran.

##### 2. Bahaya Kimia

Bahaya kimia merupakan bahaya yang timbul akibat dari penanganan buruk terhadap benda-benda kimia hasil sisa produksi yang dapat menimbulkan resiko terjadinya kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan kerja.

##### 3. Bahaya Radiasi

Bahaya radiasi merupakan suatu bahaya yang ditimbulkan oleh suatu pancaran energi oleh benda yang sebagai sumber radiasi terhadap benda maupun manusia yang berada cukup dekat untuk terjadinya perambatan partikel radiasi melalui mediumnya.

##### 4. Bahaya Pencelakaan

Bahaya pencelakaan dapat terjadi akibat dari kelalaian penggunaan pencelakaan yang tidak sesuai dengan semestinya, sehingga dapat menyebabkan faktor-faktor terjadinya bahaya seperti kesilauan, kesulitan penglihatan yang dialami para pekerja .

##### 5. Bahaya Kebisingan

Bahaya kebisingan dapat terjadi akibat dari efek bunyi nyaring yang tidak dikehendaki yang muncul dari suatu getaran alat atau benda disekitar pekerja.

#### 2.4. Higiene Industri

##### 2.4.1. Pengertian Higien Industri

1. Hiegen Industri merupakan suatu ilmu tentang bagaimana mengantisipasi, pengenalan/*rekognisi*, evaluasi dan pengendalian kondisi tempat kerja yang dapat mengakibatkan timbulnya kecelakaan

kerja dan/atau penyakit akibat kerja berdasarkan *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) (1998).

2. Higien Industri didefinisikan di Indonesia sebagai suatu spesialisasi ilmu higien beserta dengan praktiknya yang melakukan penilaian kepada beberapa faktor penyebab penyakit di lingkungan kerja baik kualitatif dan kuantitatif melalui pengamatan dan pengukuran yang hasilnya digunakan sebagai dasar tindakan korektif untuk menyelesaikan/mengantisipasi bahaya akibat kerja Suma'mur (1999) dalam M.Ramdan (2013).

#### 2.4.2. Tujuan Higien Industri

Memberikan suatu pemahaman mengenai tingkat kesehatan serta cara pencapaiannya demi peningkatan produktifitas.

#### 2.4.3. Fungsi Higien Industri

Menurut M.Ramdan (2013) Higien Industri memiliki beberapa fungsi diantaranya adalah:

1. Melatih dan mendidik tenaga kerja dan pihak manajemen mengenai resiko dan bahaya pekerjaan dan penanganannya dengan memperkecil timbulnya resiko atau bahaya tersebut.
2. Menyediakan rambu-rambu yang berhubungan dengan pencegahan atau peringatan terhadap bahan-bahan berbahaya.
3. Membantu dalam perancangan bangunan baru atau memodifikasi model bangunan yang telah ada dengan maksud untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya bahaya.
4. Membuat catatan-catatan referensi mengenai lingkungan sehingga dapat digunakan bagi keperluan perusahaan dimasa yang akan datang.
5. Mengadakan penelitian-penelitian terhadap resiko terhadap kesehatan di tempat kerja sesuai dengan peraturan yang berlaku.

## 2.5. Kelelahan Kerja

### 2.5.1. Pengertian kelelahan kerja

1. Kelelahan kerja menurut Suma'mur (1996), adalah suatu gejala penurunan efisiensi, performa serta menurunnya tingkat daya tahan tubuh untuk dapat melakukan kegiatan yang semestinya dapat dilakukan.
2. Kelelahan kerja menurut Nurmianto (2003), Kelelahan kerja merupakan suatu gejala yang akan mengakibatkan penurunan kinerja serta peningkatan terjadinya kesalahan kerja yang berakibat pada peningkatan peluang terjadinya kecelakaan kerja didalam kegiatan perusahaan.
3. Kelelahan kerja menurut Tarwaka, Dkk (2004), Kelelahan kerja merupakan suatu sistem didalam tubuh yang bertujuan untuk menghindarkan tubuh dari bahaya kerusakan lebih lanjut akibat kerja, sehingga dapat terjadi pemulihan setelah melakukan istirahat.

### 2.5.2. Faktor-faktor penyebab kelelahan

Kelelahan mempunyai beragam penyebab yang berbeda, yaitu:

#### 1. Beban kerja

Beban kerja adalah besarnya suatu proses kerja yang harus dikerjakan oleh karyawan baik berdasarkan kuantitas maupun kualitas kerja tersebut, semakin besar tuntutan kuantitas maupun kualitas kerja tersebut maka kelelahan akan semakin cepat/sering terjadi M.Ramdan (2013).

#### 2. Beban tambahan

Beban tambahan adalah beban diluar beban kerja yang harus di tanggung oleh pekerja, diantaranya adalah:

- a. Keadaan monoton/diam tidak melakukan aktifitas/atau melakukan aktifitas yang sama dalam waktu yang panjang.
- b. Keadaan lingkungan seperti : iklim, suhu, cuaca, penerangan, dan kebisingan
- c. Perasaan didalam diri seperti : sakit, masalah internal, keadaan gizi.

- d. Keadaan kejiwaan : beban tanggung jawab, persaingan, konflik dan tenggang rasa.

#### 2.5.3. Faktor-faktor mempengaruhi kelelahan

Menurut M.Ramdan (2013) terdapat lima sebab yang dapat menjadi pengaruh kelelahan, yaitu:

1. Kemampuan kerja

Bagaimana kemampuan seseorang didalam penanganan masalah kerja yang dihadapinya.

2. Umur

Faktor usia seorang merupakan faktor biologis yang dialami pekerja akibat penuaan usia serta dampak yang muncul akibat penuaan seperti kemampuan didalam melaksanakan pekerjaan yang menurun, pada umumnya pekerja yang berada pada usia diatas 45 tahun akan rentan terhadap dampak faktor umur.

3. Jenis kelamin

Merupakan faktor mendasar terjadinya kelelahan pada pekerja, pekerja dengan jenis kelamin laki-laki cenderung lebih kuat didalam melaksanakan pekerjaannya.

4. Status gizi

Merupakan suatu faktor yang muncul dari kebiasaan pekerja didalam menjaga pola hidup dan konsumsinya..

5. Masa kerja

Masa kerja sangat berpengaruh pada kelelahan kerja kronik, semakin lama seorang pekerja bekerja pada lingkungan yang kurang nyaman akan menyebabkan terjadinya kelelahan kronik yang diakibatkan kelelahan dan rasa bosan yang menumpuk dari waktu ke waktu.

#### 2.5.4. Gejala Kelelahan

Gejala kelelahan yang dapat terjadi, yaitu:

1. Perasaan lemah/lesu, kantuk dan pusing.

2. Menurunnya kemampuan konsentrasi.
3. Menurunnya semangat dan etos terhadap pekerjaan.
4. Menurunnya tingkat kewaspadaan.
5. Persepsi akan pekerjaan yang menjadi buruk.
6. Menurunnya kinerja jasmani dan rohani.

#### 2.5.5. Resiko Kelelahan

Gambaran resiko kelelahan kerja menurut Tarwaka (2010)

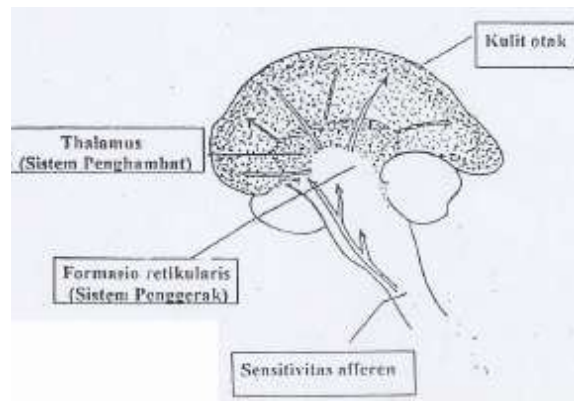
1. Motivasi kerja yang menurun.
2. Kualitas kerja menjadi rendah.
3. Performansi kerja rendah.
4. Terjadi banyak kesalahan.
5. Stress akibat kerja.
6. Penyakit akibat kerja.
7. Terjadi kecelakaan.

#### 2.5.6. Mekanisme Terjadinya Kelelahan.

Kelelahan merupakan suatu reaksi fungsional antara pusat kesadaran *cortex cerebri* yang dipengaruhi oleh sistem penghambat yakni sistem *inhibisi* dan *aktivasi*.

Menurut Suma'mur (1999) dalam M.Ramdan (2013) Kelelahan diatur oleh bagian sentral dari otak. Yang terdapat sistem *inhibisi* dan *aktivasi*, agar dapat bekerja dengan baik kedua sistem ini bekerja saling mengimbangi sesuai dengan kebutuhan. Sistem *aktivasi* bersifat simpatis sedangkan *inhibisi* lebih bersifat parasimpatis. Kedua sistem tersebut harus bekerja pada sistem keseimbangan dan keserasian agar memberikan stabilitas bagi tubuh.





(Sumber :M.Ramdan (2013))

Gambar 2.1 Sistem kerja kelehan otak.

Kelelahan kerja yang terjadi secara terus menerus akan mengakibatkan terjadinya kelelahan kronis. Kelelahan kronis ini akan mengakibatkan pekerja mengalami kelelahan selama bekerja. Sehingga akan memunculkan gejala-gejala psikis yang ditandai dengan perbuatan antisosial dan perasaan resah tidak nyaman dengan lingkungan sekitarnya, sering mengalami depresi dan kehilangan inisiatif kerja, selain itu gejala-gejala psikis tersebut juga akan berdampak kepada kelainan-kelainan psikologis seperti perasaan kantuk, pusing, gangguan pencernaan, susah tidur dan gangguan-gangguan lainnya. M.Ramdan (2013).

#### 2.5.7. Upaya Pencegahan Kelelahan

Menurut M.Ramdan (2013) upaya pencegahan kelelahan dapat dilakukan dengan :

1. Pengaturan ruang kerja agar bebas dari bahaya di tempat kerja seperti zat berbahaya, penerangan yang memadai, pengaturan suhu udara, bebas dari kebisingan, getaran, serta ketidaknyamanan.
2. Pengaturan jam kerja yang diselingi dengan jam istirahat dan waktu makan.
3. Kesehatan umum dijaga serta dimonitor.
4. Pemberian gizi kerja yang disesuaikan dengan beban kerja yang dilaksanakan oleh pekerja.
5. Beban kerja berat tidak berlangsung lama.
6. Tempat tinggal pekerja yang dekat dengan tempat kerja.
7. Pembinaan mental dan jasmani.

8. Menyediakan fasilitas rekreasi, waktu rekreasi dan istirahat kerja dilaksanakan dengan tertib.
9. Cuti dan liburan diselenggarakan dengan sebaik-baiknya.
10. Pemberian perhatian khusus kepada pekerja dengan kebutuhan khusus seperti pria dan wanita, wanita hamil, pekerja *shift* malam, serta tenaga kerja baru.
11. Mengusahakan pekerja terhindar dari dampak alkohol, minuman keras dan narkoba.

## 2.6. Tekanan Panas

### 2.6.1. Pengertian Tekanan Panas.

1. Menurut Santoso (2004) tekanan panas adalah beban iklim kerja yang diterima oleh tubuh manusia.
2. Menurut Suma'mur (1996) tekanan panas adalah kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan udara, dan suhupadiasi yang dihubungkan dengan produksi panas oleh tubuh.

Berikut adalah penjelasan mengenai kombinasi dari tekanan panas:

#### a. Suhu udara

Bekerja pada suhu udara yang tinggi dapat membahayakan, karena harus disertai dengan penyesuaian waktu kerja dan perlunya perlindungan yang tepat. Suhu udara ideal bekerja rata-rata di Indonesia berada pada sekitar 24-26 °C. Suhu kerja yang terlalu panas dapat menurunkan prestasi kerja, menurunkan kelincahan, kehilangan konsentrasi, menurunnya sikap inisiatif terhadap kerja.

Suhu udara atau bisa disebut juga sebagai suhu udara kering dapat diukur dengan menggunakan termometer suhu.

#### b. Kelembaban

Kelembaban udara dapat dibedakan menjadi dua bagian:

##### 1) Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif adalah perbandingan antara banyaknya uap air didalam udara pada tempratur tertentu terhadap banyaknya uap air daam udara telah jenuh dengan uap air pada tempratur tersebut dan dinyatakan dalam satuan persen Suma'mur (1996).

2) Kelembaban Absolut

Kelembaban absolut merupakan banyaknya jumlah uap air dalam satuan berat yang terkandung didalam unit volume udara.

c. Kecepatan gerak udara

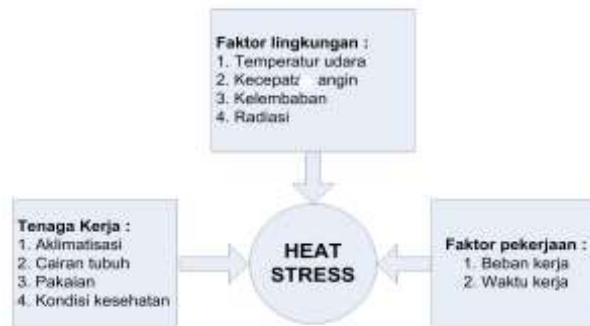
Kecepatan udara besar dapat diukur dengan menggunakan anemometer, sedangkan kecepatan kecil dapat diukur dengan menggunakan termometer Suma'mur (1996).

d. Suhu Radiasi

Suhu radiasi adalah tenaga elektromagnetis yang panjang gelombangnya lebih panjang dari sinar matahari, Gelombang-gelombang tersebut tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, Gelombang radiasi demikian merambat melalui udara tanpa di *absorpsi* energinya, namun akan cenderung menimbulkan efek panas kepada benda yang dikenainya. Sumber panas radiasi adalah suatu benda yang memiliki permukaan yang panas termasuk juga matahari itu sendiri Suma'mur (1996).

2.6.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tekanan Panas

Menurut Worksafe BC (2007) terdapat beberapa faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya tekanan panas ditempat kerja, yaitu: faktor lingkungan yang terdiri atas tempratur udara, pergerakan udara, kelembaban, dan radiasi panas; faktor tenaga kerja seperti kemampuan beraktivitas, cairan tubuh, pakaian dan kondisi kesehatan; faktor pekerjaan seperti beban kerja dan waktu kerja.



(Sumber : M.Ramdan (2013))

Gambar 2.2 Faktor-faktor tekanan panas.

Berikut adalah penjelasan mengenai faktor tenaga kerja:

### 1. Aklimatisasi

*Aklimatisasi* adalah suatu proses adaptasi fisiologis yang ditandai dengan pengeluaran keringat yang meningkat, penurunan denyut nadi dan suhu tubuh sebagai akibat pembentukan keringat M.Ramdan (2013).

### 2. Umur

Usia seseorang berperan penting terhadap daya tahannya dalam menangani dampak pengaruh tekanan panas, orang yang lebih tua akan mengalami pengeluaran keringat yang lebih lambat dibandingkan dengan orang yang lebih muda. Sebuah studi menyatakan bahwa 70% dari seluruh penderita stroke adalah akibat dari paparan panas (*heat stroke*).

### 3. Jenis Kelamin

Berdasarkan *anatomi* kapasitas *kardiovaskular* laki-laki lebih besar dari wanita, maka dianggap bahwa kemampuan *beraklimatisasi* laki-laki akan lebih baik dibandingkan dengan perempuan.

### 4. Perbedaan Suku Bangsa

Perbedaan *aklimatisasi* berdasarkan suku bangsa sebenarnya tidak terlalu terlihat, hal ini lebih kepada perbedaan ukuran tubuh yang akan memberikan dampak reaksi fisiologis tubuh terhadap respon panas M.Ramdan (2013)

## 5. Gizi

Seseorang dengan status gizi yang baik akan menunjukkan respon reaksi fisik yang lebih baik dalam menghadapi panas jika dibandingkan dengan orang dengan status gizi yang kurang baik.

### 2.6.3. Indikator Tekanan Panas

Terdapat beberapa indikator untuk menetapkan besarnya tekanan panas yang terjadi Suma'mur P.K (2009)

#### 1. Suhu Efektif

Suhu Efektif yaitu suatu indeks sensoris dari tingkat panas yang dialami oleh seseorang tanpa mengenakan baju kerja pada pekerjaan yang ringan dalam berbagai kombinasi suhu, kelembaban dan kecepatan aliran udara Suma'mur P.K (2009).

#### 2. Indeks Kecepatan Keluarnya Keringat Selama 4 Jam

Indeks kecepatan keluarnya keringat selama 4 jam merupakan suatu indikator dengan mengamati keringat yang keluar dalam kurun waktu selama 4 jam, sebagai akibat dari kombinasi suhu dan kelembaban, kecepatan udara dan radiasi serta dapat dikoreksi dengan pakaian dan tingkat aktifitas kerja Suma'mur P.K (2009).

#### 3. ISBB (Indeks Suhu Bola Basah)

ISBB adalah suatu cara pengukuran tekanan panas yang paling sederhana dan tidak membutuhkan banyak keterampilan. Cara dan metode yang tidak sulit serta hasil dari pengukuran dapat diketahui dengan cepat Suma'mur P.K (2009). Rumus dari pengukuran tekanan panas dengan ISBB adalah sebagai berikut:

$$\text{ISBB luar ruangan: } (0,7 \text{ suhu basah}) + (0,2 \text{ suhu radiasi}) + (0,1 \text{ suhu kering}) \quad (1)$$

$$\text{ISBB dalam ruangan: } (0,7 \text{ suhu basah alami}) + (0,3 \text{ suhu radiasi}) \quad (2)$$

$$\text{ISBB rata - rata: } \frac{(ISBB_1)(t_1) + (ISBB_2)(t_2) + \dots + (ISBB_n)(t_n)}{(t_1) + (t_2) + \dots + (t_n)} \quad (3)$$

*ISBB rata - rata:* Tingkat tekanan panas rata-rata yang diterima

$ISBB_1$ : Tingkat tekanan panas pada lokasi 1

$ISBB_2$ : Tingkat tekanan panas pada lokasi 2

$ISBB_n$ : Tingkat tekanan panas pada lokasi n

$t_1$ : Lama waktu paparan pada lokasi 1

$t_2$ : Lama waktu paparan pada lokasi 2

$t_n$ : Lama waktu paparan pada lokasi n

Suma'mur P.K (2009).

#### 2.6.4. Mekanisme Panas Tubuh

Menurut Suma'mur (1996) manusia merupakan makhluk *homoetermi*, *homoetermis* merupakan suatu golongan makhluk hidup yang mampu mempertahankan keadaan panas tubuhnya walaupun terjadi perubahan suhu pada lingkungannya. Suhu tubuh pada manusia ini bersifat stabil dan selalu dipertahankan sama setiap waktu melalui sistem pengaturan suhu pada tubuhnya, suhu menetap ini merupakan hasil dari panas metabolisme dan pertukaran panas pada lingkungan sekitarnya.

#### 2.6.5. Faktor-faktor yang Menyebabkan Pertukaran Panas:

Menurut Suma'mur terdapat 4 hal yang dapat menyebabkan terjadinya pertukaran panas, yaitu:

1. Konduksi

Konduksi adalah pertukaran panas antara manusia dengan lingkungannya dengan media sentuhan secara langsung kepada sumber panas. Konduksi dapat menambah panas kepada badan apabila suhu sumber panas yang disentuh lebih tinggi dari pada suhu awal badan manusia Suma'mur (1996).

2. Konveksi

Konveksi merupakan pertukaran panas dari tubuh manusia dengan lingkungan sekitarnya dengan media kontak dengan udara dengan tubuh Suma'mur (1996).

3. Radiasi

Pertukaran panas antara tubuh dengan benda padat disekitarnya dengan cara menyerap atau memancarkan energi panas kepada sekelilingnya Suma'mur (1996)

#### 4. Evaporasi

Evaporasi merupakan pertukaran panas dengan penguapan, misalkan panas dari tubuh manusia dikeluarkan dengan keringat melalui jaringan pori-pori Suma'mur (1996).

#### 2.6.6. Gejala Tekanan Panas Pada Manusia

Pekerjaan manusia yang sering terpapar oleh suhu panas dapat mengakibatkan terjadinya beberapa gangguan penyakit yang diakibatkan oleh panas. Menurut Soedirman dan Suma'mur (2014) terdapat beberapa masalah beserta gejalanya yang ditimbulkan oleh panas, yaitu:

##### 1. *Heat Rash*

*Heat rash* merupakan suatu gejala iritasi pada kulit yang terjadi akibat pengeluaran keringat secara berlebihan karena suhu yang panas dan lembab. Kulit akan menjadi berwarna merah dan melenting dalam ukuran kecil Soedirman dan Suma'mur (2014).

##### 2. *Heat Cramp*

*Heat cramp* merupakan suatu gejala gangguan pada otot lengan, kaki, atau perut yang menjadi nyeri akibat dari kontraksi mendadak. Hal ini dapat terjadi ketika pekerja melakukan pekerjaan berat pada suhu yang panas sehingga mengakibatkan keluarnya keringat dalam jumlah banyak dan kehilangan garam Na dari tubuh Soedirman dan Suma'mur (2014).

##### 3. *Heat Syncope*

*Heat syncope* merupakan suatu gejala dimana tiba-tiba kepala menjadi teras pusing dan fainting yakni suatu keadaan ketidak sadaran yang terjadi sementara atau lemah setelah melakukan pekerjaan pada lingkungan dengan suhu yang panas. Gejala yang akan muncul berupa kulit yang menjadi pucat dan berkeringat dingin, denyut nadi akan

cenderung cepat namun lemah dan suhu tubuh yang normal Soedirman dan Suma'mur (2014).

4. *Heat Exhaustion*

*Heat exhaustion* merupakan gejala akibat pekerja yang terlambat beraklimatisasi pada saat terjadinya suhu panas. Hal ini akan mengakibatkan gejala yang akan muncul berupa haus, kepala menjadi pusing, lemah, pingsan, tidak terkoordinasi, mual, berkeringat sangat banyak, suhu tubuh normal, kulit dingin, lembab dan lengket Soedirman dan Suma'mur (2014).

5. *Heat Stroke*

*Heat stroke* merupakan suatu masalah yang sangat serius jika tidak ditangani dengan benar, masalah ini akan dapat berakibat pada lebih sering kematian. *Heat stroke* adalah suatu gejala yang timbul karena tubuh kehilangan kemampuan untuk mengatur suhu tubuhnya sendiri, tindakan awal sangat diperlukan untuk menghindari dampak serius dengan memperhatikan:

- a. Demam yang meningkat cepat menjadi suhu yang berbahaya dalam hitungan menit, suhu tubuh bisa menjadi 40°C bahkan mungkin lebih tinggi.
- b. Kebingungan
- c. *Combativeness*
- d. Perilaku eksentrik
- e. Merasa keadaan tidak sadar sementara atau lemah
- f. Berdiri atau jalan tidak mantab
- g. Denyut nadi kuat dan cepat
- h. Kulit kering dan panas
- i. Tidak berkeringat
- j. *Vertigo, tremor and convulsi*
- k. Gangguan mental

Soedirman dan Suma'mur (2014).



## 6. *Malaria*

*Malaria* adalah kelainan kulit yang diakibatkan oleh keluarnya keringat secara berlebihan Soedirman dan Suma'mur (2014).

## 7. *Dehidrasi*

*Dehidrasi* merupakan suatu gejala yang muncul ketika tubuh mengalami kekurangan cairan yang diakibatkan pengeluaran keringat yang berlebihan ketika panas, hal ini dapat terjadi akibat bekerja pada suhu yang tinggi Soedirman dan Suma'mur (2014).

## 8. *Hipertermia*

*Hipertermia* adalah penyakit yang diderita oleh pekerja yang bekerja pada suhu panas Soedirman dan Suma'mur (2014).

Selain itu berikut dampak pengaruh tubuh terhadap suhu dalam bentuk tabel menurut I Nyoman Pradnyana (2004) didalam Zaqi dan Anton (2017).

Tabel 2.1 Pengaruh suhu lingkungan terhadap manusia.

No	Tempratur (°C)	Dampak pada tubuh
1	$\pm 49^{\circ}\text{C}$	Tempratur yang dapat ditahan oleh tubuh dalam rentang 1 jam namun jauh diatas tingkat kemampuan fisik dan mental.
2	$\pm 30^{\circ}\text{C}$	Aktivitas mental dan tubuh mulai menurun serta cenderung untuk mengakibatkan kesalahan dan kelelahan didalam bekerja.
3	$\pm 24^{\circ}\text{C}$	Kondisi optimal.
4	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	Kekakuan fisik dan mental yang mulai muncul.

(Sumber: Zaqi dan Anton)

### 2.6.7. Pengukuran Tekanan Panas

Pengukuran tekanan panas dapat dilaksanakan dalam 2 prosedur, yaitu prosedur secara instan dan secara manual. Berikut penjelasan beserta cara pengukuran dengan kedua metode tersebut:

#### 1. Pengukuran Secara Instan

Menurut Suma'mur P.K (2009), pengukuran tekanan panas seperti ini dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat yang bernama

*Area Heat Stress Monitor* yaitu suatu alat digital yang digunakan untuk mengukur tekanan panas dengan parameter Indeks Suhu Bola Basah (ISBB). Pengukuran tekanan panas dilingkungan kerja dapat dilaksanakan dengan meletakkan alat ukur pada ketinggian 1,2 m bagi lingkungan kerja yang umum dengan pekerjaan yang berdiri dan 0,6 m bagi lingkungan kerja dengan pekerjaan yang umum dilakukan dengan posisi duduk. Pada saat pengukuran *reservoir* termometer suhu basah diisi dengan air bersih dan menunggu 10 menit untuk alat beradaptasi.



(Sumber : Suma'mur 2009)

Gambar 2.3 *Area Heat Stress Meter*.

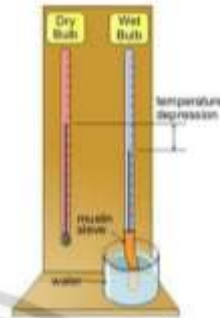
## 2. Pengukuran Secara Manual

Pengukuran secara manual merupakan pengukuran tekanan panas yang dilakukan dengan merangkai beberapa keperluan pengukuran menjadi beberapa alat ukur demi mendapatkan hasil pengukuran yang diinginkan. Berikut adalah 3 pengukuran didalam pengukuran manual terhadap ISBB:

### a. Termometer Basah Alami

Termometer basah alami adalah alat pengukur suhu basah yang terdiri atas termometer gelas yang tabungnya dibalut dengan kain katun yang pada bagian bawahnya selalu terendam air suling yang di tempatkan didalam tabung yang mempunyai isi 125 ml. Cara pengukurannya adalah peralatan yang telah dirangkai dipaparkan pada lingkungan yang akan diukur selama 30-60 menit kemudian air

raksa pada termometer dibaca sebagai suhu basah alami Meri dan Risda (2016)



(Sumber : Meri dan Risda 2016)

Gambar 2.4 *Wett Bulb Thermometer*

b. Termometer Bola

Termometer bola adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu pada bola berongga dengan diameter 15 cm yang terbuat dari tembaga. Termometer ini dirangkai dengan menempatkan lambung termometer pada bagian tengah bola tersebut. Cara penggunaannya adalah dengan memaparkannya pada area kerja kemudian diukur pamparannya selama 20-30 menit, kemudian air raksa pada termometer dibaca Meri dan Risda (2016)



(Sumber : Meri dan Risda 2016)

Gambar 2.5 *Thermometer Ball.*

c. Termometer Suhu kering

Termometer Suhu kering digunakan untuk mengukur suhu kering, cara penggunaannya adalah dengan memaparkan termometer pada area kerja yang diamati selama 30-60 menit kemudian air raksa pada termometer dibaca.

Dry-bulb (normal) thermometer



(Sumber : Meri dan Risda 2016)

Gambar 2.6 Dry Bulb Thermometer.

Selain itu didalam pengukuran terhadap ISBB perlu juga memperhatikan NAB(Nilai Ambang Batas). Nilai ambang batas tekanan panas lingkungan kerja yang perlu diperhatikan adalah

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Tekanan Panas.

Pengaturan waktu kerja tiap jam		ISBB (°C)		
		Beban Kerja		
Waktu kerja	Waktu Istirahat	Ringan	Sedang	Berat
Bekerja selama 8 Jam	-	30.0	26.7	25.0
75% Kerja	25% Istirahat	30.6	28.0	25.9
50% Kerja	50% Istirahat	31.4	29.4	27.9
25% Kerja	75% Istirahat	32.2	31.1	30.0

(Sumber: Suparyati)

#### 2.6.8. Pencegahan dan Pengendalian Panas

1. Pencegahan terhadap panas terdiri atas : air minum, garam, makanan, istirahat, tidur dan pakaian.

##### a. Air Minum

Merupakan unsur pendingin bagi tubuh yang dibutuhkan untuk mengganti kehilangan cairan yang berlebih akibat bekerja pada suhu yang panas.

b. Garam NaCl

Didalam pekerjaan yang mengeluarkan keringat yang berlebih perlu penambahan garam agar metabolisme pengeluaran keringat tetap terjaga.

c. Makanan

Sebagai sumber energi untuk memberikan daya tahan tubuh terhadap tekanan panas yang menyengat.

d. Istirahat

Istirahat berguna untuk mengembalikan fungsi-fungsi tubuh yang mengalami penurunan kinerja yang diakibatkan oleh bekerja.

e. Tidur

Tidur merupakan aktifitas untuk merehatkan seluruh anggota fisik agar dapat memulihkan energinya setelah tidur dan bangun dalam keadaan prima.

2. Pengendalian panas menurut NIOSH (1996) dan Siswanto (1987) dalam M.Ramdan (2013) terdapat 5 cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan panas berlebih di area kerja, yaitu:

a. Ventilasi Umum

Ventilasi berguna untuk mencampurkan udara panas dengan udara dingin luar ruangan, sistem ventilasi biasanya dipakai untuk mendinginkan seluruh ruangan.

b. Ventilasi Setempat

Ventilasi setempat bertujuan untuk mengeluarkan udara panas dalam ruangan menuju udara bebas luar ruangan dengan cara menghisap udara panas untuk di buang ke luar bangunan kerja.

c. Isolasi

Isolasi bertujuan untuk menghambat keluarnya panas dari sumber panas, hal ini dapat dilakukan dengan menutup sumber panas dengan bahan-bahan konduktor terhadap panas.

d. Tirai radiasi

Tirai radiasi terbuat dari lempengan aluminium/ baja anti karat yang memiliki permukaan mengkilap, hal ini dimaksudkan untuk memantulkan kembali radiasi panas menuju sumber panas.

e. Pendinginan

Pendinginan dimaksudkan untuk memaksa udara luar agar masuk kedalam sumber panas untuk menyerap panas yang dikeluarkan oleh sumber panas.

f. Pengaturan waktu kerja

Pengaturan waktu kerja bertujuan untuk menghindari gangguan kesehatan yang dialami pekerja akibat terpapar udara panas secara terus menerus.

1 Pemasangan alat-alat pengendali panas pada area kerja:

a. *Exhaust Fan*

Penggunaan *Exhaust Fan* bertujuan untuk menurunkan keadaan suhu dan melancarkan sirkulasi udara pada suatu ruangan sehingga akan di peroleh suatu keadaan nyaman kerja bagi karyawan. Berikut perhitungan jumlah *Exhaust Fan*.

$$N = \frac{P \times Q}{R}$$

N = Jumlah *Exhaust Fan*

P = Ukuran Ruangan

Q = Frekuensi Pergantian Udara/jam

R = Kemampuan Hembusan Udara/jam

b. *Turbin Ventilator*

Penggunaan *Turbin Ventilator* bertujuan untuk menurunkan keadaan suhu suatu ruangan dengan memaksa suhu panas pada suatu ruangan untuk di hisap dan di hembuskan ke alam terbuka di

luar ruangan tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan keadaan nyaman kerja dan aman bagi karyawan. Berikut adalah perhitungan jumlah turbin ventilator

$$\text{Jumlah turbin} = \frac{\text{Volume Ruangan}}{\text{Kapasitas Sedot}} (1)$$

## 2.7. Kebisingan

### 2.7.1. Pengertian Kebisingan

Kebisingan merupakan suatu bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dikarenakan sifatnya yang mengganggu atau muncul diluar dari kehendak orang yang bersangkutan Suma'mur P.K (2009).

### 2.7.2. Faktor-faktor Kebisingan

Faktor yang menyebabkan terjadinya kebisingan adalah adanya rambatan gelombang longitudinal yang melalui medium udara yang dihasilkan dari suatu getaran benda yang mengakibatkan udara disekitar benda ikut bergetar Sasongko dkk(2000).

### 2.7.3. Intensitas Kebisingan

Intensitas kebisingan merupakan suatu arus energi yang ditimbulkan oleh suatu sumber kebisingan. Berikut tabel intensitas kebisingan, dampak beserta sumber kebisingannya secara umum:

Tabel 2.3 Skala intensitas kebisingan.

Dampak	Intensitas (dB)	Sumber kebisingan
Kerusakan alat pendengaran	-	Batas dengar tertinggi.
Menyebabkan tuli	120	Halilintar Meriam Mesin uap
	110	
	100	
Sangat hiruk	90	Jalan raya Perusahaan sangat gaduh Peluit polisi
	80	
	70	
Kuat	60	Kantor bising Jalan pada umumnya Radio Perusahaan
	50	
	40	
Sedang	30	Rumah gaduh Kantor pada umumnya Percakapan kuat Radio perlahan
	20	
	10	
Tenang	0	Rumah tenang Kantor perorangan Auditorium Percakapan
Sangat tenang		Suara daun Berbisik Batas dengar terendah

(Sumber: Suma'mur P.K 2009)

### 2.7.4. Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan (NAB) yang ditetapkan berdasarkan waktu kerja 8 jam perhari dan bersifat rutin maksimal sebesar 85 dB didalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/Menkes/SK/XI/2002 mengenai “Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri” berikut tabel NAB kebisingan:



Tabel 2.4 Nilai Ambang Batas Kebisingan.

Waktu pemaparan perhari		Intensitas kebisingan dBA
8	Jam	85
4	Jam	88
2	Jam	91
1	Jam	94
30	Menit	97
15	Menit	100
7,5	Menit	103
3,75	Menit	106
1,88	Menit	109
0,94	Menit	112
28,12	Detik	115
14,06	Detik	118
7,03	Detik	121
3,52	Detik	124
1,76	Detik	127
0,88	Detik	130
0,44	Detik	133
0,22	Detik	136
0,11	Detik	139

(Sumber:KEPMENKES RI. No. 1405/MENKES/SK/XI/02)

#### 2.7.5. Dampak Kebisingan

Suatu bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki dan diluar batas kemampuan toleransi adalah kebisingan. Berikut dampak dari kebisingan menurut M.Ramdan (2013).

Tabel 2.5 Dampak Kebisingan.

Tipe		Uraian
Akibat-akibat badaniah	Kehilangan pendengaran	Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan Perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan
	Akibat-akibat fisiologis	Rasa tidak nyaman, tekanan darah meningkat, sakit kepala, otot menegang, berdengung, kelelahan dan lesu.
Akibat-akibat psikologis	Gangguan emosional	Kejengkelan, kebingungan, stress, emosi meningkat.
	Gangguan gaya hidup	Gangguan tidur atau istirahat, kehilangan konsentrasi saat bekerja.
	Gangguan pendengaran	Tuli pendengaran saat mendengar televisi, percakapan, telepon.

(Sumber: M.Ramdan 2013)

#### 2.7.6. Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh paparan kebisingan didalam suatu area terdampak kebisingan, alat yang digunakan didalam pengukuran kebisingan adalah *Area Sound Level Meter*. Pengukuran kebisingan dapat menggunakan metode titik sampel, yaitu penempatan alat pada area sekitar sumber kebisingan dengan mencantumkan jarak dan ketinggian posisi peletakan *Area Sound Level Meter*. Berikut adalah gambar *Area Sound Level Meter*. :



(Sumber : M.Ramdan 2013)

Gambar 2.5 *Area Sound Level Meter*.

#### 2.7.7. Pengendalian kebisingan

Menurut Suma'mur P.K (2009) Terdapat empat cara yang dapat dilakukan untuk melaksanakan pengendalian kebisingan diantaranya:

1. Pengurangan kebisingan pada asal sumber bunyinya:

Pengurangan sumber bunyi pada sumber asalnya dapat dilakukan dengan melakukan perancangan ulang atau penambahan media yang dapat menurunkan intensitas kuat bunyi tersebut, seperti penambahan alat peredam pada sumber getaran yang menghasilkan bunyi.

2. Penempatan Isolasi bunyi pada jalan transmisi

Melakukan isolasi terhadap tenaga kerja, mesin dan unit operasi didalam mengurangi efek kebisingan.

3. Proteksi dengan sumbat atau tutup telinga

Dengan melakukan penyumbatan pada area telinga diharapkan akan dapat mengurangi efek bunyi yang dirasakan oleh tubuh, penyumbatan telinga tersebut dapat menggunakan *ear plug*.

#### 4. Pelaksanaan waktu kerja terpapar bising diatas NAB

Dengan melaksanakan pelaksanaan waktu kerja sesuai dengan NAB diharapkan dapat mengurangi efek kebisingan yang dirasakan oleh tubuh.

### 2.8. Pencahayaan

#### 2.8.1. Pengertian Pencahayaan

Pencahayaan merupakan salah satu unsur penting didalam berjalannya kegiatan industri, dengan pencahayaan yang baik karyawan akan dapat melihat dengan jelas dan dapat melakukan pekerjaannya dengan baik dan menghindarkan karyawan tersebut dari bahaya yang dapat terjadi dikarenakan kemampuannya dalam melihat lingkungan sekitarnya menjadi terbatas. Didalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang persyaratan pencahayaan di lingkungan kerja dan perkantoran menyebutkan bahwa nilai ambang batas (NAB) pencahayaan adalah 100 lux. Dampak Minim Pencahayaan.

#### 2.8.2. Faktor-faktor Permasalahan Pencahayaan

Didalam faktor-faktor yang menjadi penyebab dari permasalahan yang sering dijumpai adalah kemapuan seseorang untuk dapat melihat sesuatu dengan baik didukung dengan karakteristik dan kemampuan indra penglihatannya. Selain itu intens *visibilitas* juga ditentukan oleh ukuran objek benda, derajat kontras diantara objek dan sekelilingnya, luminensi (*brightness*), lapang penglihatan, pemantulan pencahayaan, dan arah pengamatan.

#### 2.8.3. Nilai Ambang Batas Pencahayaan.

Nilai ambang batas pencahayaan merupakan suatu acuan nilai yang ditentukan untuk menjamin keadaan suatu lingkungan kerja menerapkan intensitas pencahayaannya dengan baik agar tercipta nuansa kerja yang aman, terang, aman, serta dapat meningkatkan produktivitas karyawan.

Berikut adalah nilai tingkatan pencahayaan pada lingkungan kerja berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/Menkes/SK/XI/2002:

Tabel 2.6 Tingkat Pencahayaan Lingkungan Kerja.

Jenis kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal	Keterangan

Pekerjaan kasar dan tidak terus menerus	100	Ruang penyimpanan dan ruang peralatan / instalasi yang memerlukan pekerjaan kontinyu.
Pekerjaan rutin	200	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan / penyusunan.
Pekerjaan kasar dan terus menerus	300	Pekerjaan mesin dan perakitan kasar.
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor, pekerjaan pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin.
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan, tekstil, pekerjaan mesin halus, dan perakitan halus.
Pekerjaan amat halus	1500	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan sangat halus.
Pekerjaan rinci	3000	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus.

(Sumber: Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/Menkes/SK/XI/2002)

#### 2.8.4. Dampak Pencahayaannya

Menurut Suma'mur P.K (2009) terdapat 5 akibat buruk yang bisa terjadi pada area pekerjaan yang minim penerangan:

1. Kelelahan mata dan berkurangnya daya dan efisiensi kerja.
2. Kelelahan mental / psikis.
3. Keluhan-keluhan pegal dan sakit kepala di area sekitar mata.
4. Kerusakan mata.
5. Meningkatnya peristiwa kecelakaan kerja.

#### 2.8.5. Pengukuran Pencahayaannya

Menurut SNI 16-7062-2004 Pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja dapat menggunakan *lux meter*. Prinsip kerja alat ini adalah dengan mengubah intensitas cahaya yang melaluli kaca ukur menjadi energi listrik yang di gunakan untuk menggerakkan jarum penunjuk yang menunjuk pada skala ukur dan dapat kita baca hasil pengukurannya. Berikut adalah gambar *lux meter*:



(Sumber : M.Ramdan 2013)

Gambar 2.6 *Lux Meter*.

Prosedur pengukuran intensitas pencahayaan menurut SNI SNI 16-7062-2004 mengenai pengukuran di tempat kerja adalah sebagai berikut:

1. *Lux meter* dikalibrasi oleh laboratorium yang terakreditasi.
2. Menentukan titik pengukuran
  - a. Luas ruangan kurang dari 10 meter persegi titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 1 meter.
  - b. Luas ruangan 10-100 meter persegi titik potong garis panjang horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 3 meter.
  - c. Luas ruangan lebih dari 100 meter persegi, titik potong horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak 6 meter.

#### 2.8.6. Pengendalian pencahayaan.

Pengendalian terhadap pencahayaan dapat dilakukan dengan pengaturan jumlah lampu yang terdapat pada area kerja sehingga dapat sesuai dengan standart penerangan yang berlaku, berikut pehitungan jumlah lampu:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n} \quad (1)$$

Dimana:

N : Jumlah titik lampu

E : Kuat Penerangan / Target kuat lux

L : Panjang ruangan

W : Lebar ruangan

$\emptyset$  : Total lumen lampu =  $W \times L/w$

LLF : Faktor cahaya rugi (0,7-0,8)

CU : Faktor Pemanfaatan (50-65%)

n : Jumlah lampu dalam 1 titik

Dimana :

W : Daya Lampu

L/w : Lumen per watt

$\emptyset = W \times L/w$

